

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Wataru ASANO, et al.

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: HERewith

FOR: DIGITAL WATERMARK DETECTION METHOD AND APPARATUS

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number _____, filed _____, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):
Application No. Date Filed

- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

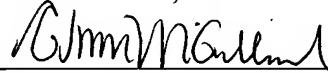
<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2003-314326	September 5, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. _____ filed _____
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number _____
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. _____ filed _____; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s) _____
☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland
Registration Number 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 9 月 5 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 1 4 3 2 6
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 3 1 4 3 2 6]

出 願 人 株 式 会 社 東 芝
Applicant(s):



2 0 0 3 年 1 1 月 1 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 A000302732
【提出日】 平成15年 9月 5日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H04N 7/30
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研究開発セ
 ンター内
 【氏名】 浅野 渉
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研究開発セ
 ンター内
 【氏名】 山影 朋夫
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研究開発セ
 ンター内
 【氏名】 古藤 晋一郎
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研究開発セ
 ンター内
 【氏名】 小暮 央
【特許出願人】
 【識別番号】 000003078
 【氏名又は名称】 株式会社 東芝
【代理人】
 【識別番号】 100058479
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 鈴江 武彦
 【電話番号】 03-3502-3181
【選任した代理人】
 【識別番号】 100091351
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 河野 哲
【選任した代理人】
 【識別番号】 100088683
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 中村 誠
【選任した代理人】
 【識別番号】 100108855
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 蔵田 昌俊
【選任した代理人】
 【識別番号】 100084618
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 村松 貞男
【選任した代理人】
 【識別番号】 100092196
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 橋本 良郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 特許請求の範囲 1

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

入力画像信号に埋め込まれている透かし情報を検出する電子透かし検出方法において、
前記入力画像信号を画像サイズについて縮小して縮小画像信号を生成するステップと、
前記縮小画像信号から前記透かし情報を検出する検出ステップとを具備する電子透かし検出方法。

【請求項 2】

入力画像信号に埋め込まれている透かし情報を検出する電子透かし検出装置において、
前記入力画像信号に対し画像サイズについて縮小して縮小画像信号を生成する画像縮小器と、
前記縮小画像信号から前記透かし情報を検出する検出器とを具備する電子透かし検出装置。

【請求項 3】

前記検出器は、
前記縮小画像信号から特定周波数成分信号を抽出する抽出器と、
前記特定周波数成分信号の位相を制御する位相制御器と、
位相が制御された特定周波数成分信号と前記縮小画像信号との間の相互相関値を算出する相関器と、
前記相互相関値から前記透かし情報を推定する推定器とを有する請求項 2 記載の電子透かし検出装置。

【請求項 4】

前記推定器は、前記相互相関値のピークを検出することによって前記透かし情報を推定する請求項 3 記載の電子透かし検出装置。

【請求項 5】

前記検出器は、
前記縮小画像信号の自己相関関数を算出する相関器と、
前記自己相関関数をフィルタリングすることにより特定周波数成分信号を抽出する抽出器と、
前記特定周波数成分信号から前記透かし情報を推定する推定器とを有する請求項 2 記載の電子透かし検出装置。

【請求項 6】

前記検出器は、
前記縮小画像信号の自己相関関数を算出する相関器と、
前記自己相関関数を第 1 の期間にわたり累積することによって第 1 の累積信号を生成する第 1 の累積器と、
前記第 1 の累積信号から特定周波数成分信号を抽出する抽出器と、
前記特定周波数成分信号を振幅について正規化する正規化器と、
正規化された特定周波数成分信号を前記第 1 の期間より長い第 2 の期間にわたり累積することにより第 2 の累積信号を生成する第 2 の累積器と、
前記第 2 の累積信号から前記透かし情報を推定する推定器とを有する請求項 2 記載の電子透かし検出装置。

【請求項 7】

前記相関器は、前記入力画像信号の位相を制御する制御器を含み、位相が制御された画像信号と前記入力画像信号との間の相関値を前記自己相関係数として算出する請求項 5 または 6 記載の電子透かし検出装置。

【請求項 8】

前記相関器は、前記縮小画像信号の画素を間引いて得られた結果に基づいて前記自己相関関数を算出する請求項 2、5 または 6 のいずれか 1 項記載の電子透かし検出装置。

【請求項 9】

前記推定器は、前記特定周波数成分信号のピークの極性を判定することによって前記透か

し情報を推定する請求項 2、5 または 6 のいずれか 1 項記載の電子透かし検出装置。

【請求項 10】

前記推定器は、少なくとも第 1 及び第 2 の検出方法により前記透かし情報を検出し、該第 1 及び第 2 の検出方法の各々による検出結果が互いに一致していれば前記透かし情報有りと判定する請求項 2、5 または 6 のいずれか 1 項記載の電子透かし検出装置。

【請求項 11】

前記相関器はプロセッサを含み、前記電子透かし検出装置は該プロセッサのスループットに応じて前記相関器の単位時間当たりの演算量を制御する制御器をさらに具備する請求項 2、5 または 6 のいずれか 1 項記載の電子透かし検出装置。

【請求項 12】

前記相関器、第 1 の累積器、抽出器、正規化器、第 2 の累積器及び推定器の少なくとも一つはプロセッサを含み、前記電子透かし検出装置は該プロセッサのスループットに応じて前記相関器の単位時間当たりの演算量を制御する制御器をさらに具備する請求項 6 記載の電子透かし検出装置。

【請求項 13】

前記制御器は、前記スループットが閾値より小さくなると前記相関器の計算を周期的に停止させることによって前記演算量を減少させる請求項 11 または 12 記載の電子透かし検出装置。

【請求項 14】

前記制御器は、前記プロセッサのスループットが閾値より小さくなると前記相関器の計算を周期的に停止させ、かつ前記第 2 の期間を長くする請求項 12 記載の電子透かし検出装置。

【請求項 15】

前記相関器の前段において前記縮小画像信号に対して画像回転操作を施す画像回転器をさらに具備する請求項 2、5 または 6 のいずれか 1 項記載の電子透かし検出装置。

【請求項 16】

前記画像回転器は、前記縮小画像信号を複数ライン分読み込んで一時的に蓄えるラインバッファと、蓄えられた複数ライン分の画像信号を互いに読み出し位置をシフトしつつ読み出して前記相関器に与える読み出しユニットとを含む請求項 15 記載の電子透かし検出装置。

【請求項 17】

前記読み出しユニットは、前記縮小画像信号の一定画素数毎に前記読み出し位置を変更する請求項 16 記載の電子透かし検出装置。

【請求項 18】

前記推定器は、前記第 2 の累積信号のレベルを、前記第 2 の期間に応じて変更される閾値により判定することにより前記透かし情報を推定する請求項 6 記載の電子透かし検出装置。

【請求項 19】

前記正規化された特定周波数成分信号を前記第 1 の期間より長くかつ前記第 2 の期間より短い第 3 の期間にわたり累積することにより第 3 の累積信号を生成する第 3 の累積器をさらに具備し、前記推定器は、前記第 3 の累積信号から前記透かし情報の仮検出を行って複数の該仮検出結果を取得し、該仮検出結果の過半数が一致すれば、前記第 2 の累積信号からの前記透かし情報の検出結果が有効であると決定する請求項 6 記載の電子透かし検出装置。

【請求項 20】

前記縮小画像信号は前記入力画像信号に対して特定の縮小比率を有し、前記電子透かし検出装置は前記特定周波数成分信号の周波数を前記縮小画像の縮小比率に応じて選択する選択器をさらに具備する請求項 2、5 または 6 のいずれか 1 項記載の電子透かし検出装置。

【請求項 21】

前記入力画像信号は特定の解像度を有し、前記画像縮小器は前記入力画像信号に対して前

記解像度を低下させる処理を施すことによって前記縮小を行う請求項 2 記載の電子透かし検出装置。

【請求項 2 2】

入力画像信号を画像のサイズについて縮小して縮小画像信号を生成する機能を有する外部装置から前記縮小画像信号を受け取り、前記入力画像信号に埋め込まれている透かし情報を検出する電子透かし検出装置において、

前記縮小画像信号から特定周波数成分信号を抽出する抽出器と、

前記特定周波数成分信号の位相を制御する位相制御器と、

位相が制御された特定周波数成分信号と前記縮小画像信号との間の相互相関値を算出する相関器と、

前記相互相関値から前記透かし情報を推定する推定器とを具備する電子透かし検出装置

。

【請求項 2 3】

入力画像信号を画像のサイズについて縮小して縮小画像信号を生成する機能を有する外部装置から前記縮小画像信号を受け取り、前記入力画像信号に埋め込まれている透かし情報を検出する電子透かし検出装置において、

前記縮小画像信号の自己相関関数を算出する相関器と、

前記自己相関関数をフィルタリングすることにより特定周波数成分信号を抽出する抽出器と、

前記特定周波数成分信号から前記透かし情報を推定する推定器とを具備する電子透かし検出装置。

【請求項 2 4】

入力画像信号を画像のサイズについて縮小して縮小画像信号を生成する機能を有する外部装置から前記縮小画像信号を受け取り、前記入力画像信号に埋め込まれている透かし情報を検出する電子透かし検出装置において、

前記縮小画像信号の自己相関関数を算出する相関器と、

前記自己相関関数を第 1 の期間にわたり累積することによって第 1 の累積信号を生成する第 1 の累積器と、

前記第 1 の累積信号から特定周波数成分信号を抽出する抽出器と、

前記特定周波数成分信号を振幅について正規化する正規化器と、

正規化された特定周波数成分信号を前記第 1 の期間より長い第 2 の期間にわたり累積することにより第 2 の累積信号を生成する第 2 の累積器と、

前記第 2 の累積信号から前記透かし情報を推定する推定器とを具備する電子透かし検出装置。

【請求項 2 5】

前記入力画像信号は H D (High Definition) 画像信号であり、前記縮小画像信号は S D (Standard Definition) 画像信号である請求項 2 乃至 2 4 のいずれか 1 項記載の電子透かし検出装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】電子透かし検出方法及び装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば記録媒体を介して提供されるデジタル動画像信号の不正な複製を防止するのに有効な電子透かし検出方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルVTR、あるいはDVD（デジタルバーサタイルディスク）のようなデジタル画像データを記録及び再生する装置の普及により、これらの装置で再生が可能な数多くのデジタル動画像が提供されるようになってきている。またインターネット、放送衛星、通信衛星等を介したデジタルテレビ放送を通じて様々なデジタル動画像が流通し、ユーザは高品質のデジタル動画像を利用することが可能となりつつある。

【0003】

デジタル動画像は、デジタル信号レベルで簡易に高品質の複製を作成することが可能であり、何らかの複製禁止あるいは複製制御を施さない場合には、無制限に複製されるおそれがある。従って、デジタル動画像の不正な複製（コピー）を防止し、あるいは正規ユーザによる複製の世代数を制御するために、デジタル動画像に複製制御のための情報を付加し、この付加情報を用いて不正な複製を防止し、複製を制限する方法が考えられている。

【0004】

このようにデジタル動画像に別の付加情報を重畳する技術として、電子透かし(digital watermarking)が知られている。電子透かしは、デジタルデータ化された音声、音楽、動画、静止画等のコンテンツに対して、コンテンツの著作権者や利用者の識別情報、著作権者の権利情報、コンテンツの利用条件、その利用時に必要な秘密情報、あるいは上述した複製制御情報などの情報(これらを透かし情報と呼ぶ)を知覚が容易ではない状態となるように埋め込み、後に必要に応じて透かし情報をコンテンツから検出することによって利用制御、複製制御を含む著作権保護を行ったり、二次利用の促進を行うための技術である。

【0005】

電子透かしの一つの方式として、スペクトラム拡散技術を応用した方式が知られている。この方式では、以下の手順により透かし情報をデジタル動画像に埋め込む。

【ステップE1】 画像信号にPN(Pseudorandom Noise)系列を乗積してスペクトラム拡散を行う。

【ステップE2】 スペクトル拡散後の画像信号を周波数変換（例えばDC T変換）する。

【ステップE3】 特定の周波数成分の値を変更することで透かし情報を埋め込む。

【ステップE4】 逆周波数変換（例えばID C T変換）を施す。

【ステップE5】 スペクトル逆拡散を施す（ステップE1と同じPN系列を乗積する）。

【0006】

一方、こうして透かし情報が埋め込まれたデジタル動画像からの透かし情報の検出は、以下の手順により行う。

【ステップD1】 画像信号にPN系列（ステップE1と同じPN系列）を乗積してスペクトル拡散を行う。

【ステップD2】 スペクトル拡散後の画像信号を周波数変換（例えばDC T変換）する。

【ステップD3】 特定の周波数成分の値に着目し、埋め込まれた透かし情報を抽出する。

【0007】

一方、入力画像信号から特定周波数成分信号を抽出し、この特定周波数成分信号を位相制御し、位相制御された信号の相関値を算出して透かし情報を検出する技術も提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】特開2002-325233号公報（請求項2、図7）。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

不正利用の防止を目的として電子透かしを適用する場合、デジタル著作物に対して通常に施されると想定される各種の操作や意図的な攻撃によって、透かし情報が消失したり改竄されたりしないような性質（ロバスト性）を持つ必要がある。透かし情報を埋め込んだデジタル画像に対して透かし情報を検出できなくする攻撃としては、画像の切り出し、スケーリング（拡大／縮小）及び回転等が考えられる。

【0009】

このような攻撃を受けた画像が入力された場合、従来の技術では、まず、透かし情報の検出時に埋め込み時のステップE1で用いたPN系列を推定する処理を行って、PN系列の同期を回復した後、ステップD1～D3の処理を行って、埋め込まれた透かし情報を抽出する。しかしながら、画像信号だけからPN系列の同期を回復するには、複数の候補で処理を試み、うまく検出できたものを採用するという探索を行う必要がある。このため、演算量や回路規模が増加するという問題がある。この問題は、特に画像信号が高解像度の場合に顕著である。また、攻撃を受けた画像では透かし情報が弱まっているので、スケーリングや回転が分かり、それに対応した検出を行っても、透かし情報が検出できなくなるという問題がある。

【0010】

本発明の目的は、特に高解像度の画像信号から、画像の切り出し、スケーリング及び回転等の攻撃によって弱まった透かし情報を演算量や回路規模の増大を伴うことなく、正確に検出できる電子透かし検出方法及び装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の一つの視点によると、入力画像信号に埋め込まれている透かし情報を検出するために、前記入力画像信号を画像サイズについて縮小して縮小画像信号を生成し、前記縮小画像信号から透かし情報を検出する。このようにすることにより、入力画像信号が高解像度信号の場合でも、演算量や回路規模を抑えつつ透かし情報の検出が可能となる。入力画像信号を画像サイズについて縮小することは、例えば解像度を低下させることによって実現される。

【0012】

本発明の他の視点によると、前記縮小画像信号から特定周波数成分信号が抽出される。抽出された前記特定周波数成分信号の位相が制御され、位相が制御された特定周波数成分信号と前記縮小画像信号との間の相互相関値が算出される。前記相互相関値から前記透かし情報が検出される。位相制御量を変化させながら相互相関値の算出のための相関演算を行うことによって、入力画像信号がスケーリング攻撃を受けていても、透かし情報が検出される。このように縮小画像信号に対する位相制御量に変化されながら、相関演算が行われる。従って、入力画像信号が高解像度信号であって、かつスケーリング攻撃を受けている場合でも、演算量や回路規模を増加することなく透かし情報の検出が可能となる。

【0013】

本発明の別の視点によると、前記縮小画像信号の自己相関関数が算出される。前記自己相関関数がフィルタリングされることにより、特定周波数成分信号が生成され、前記特定周波数成分信号から前記透かし情報が検出される。自己相関関数は、縮小画像信号と縮小画像信号に対する位相制御後の画像信号との相関演算によって求められる。自己相関係数を求める前に、縮小画像信号に対して画像回転を施してもよい。このように縮小画像信号に対する位相制御量や画像回転量を変化させながら自己相関係数を求める演算を行うこと

によって、スケーリング攻撃や回転攻撃を受けた入力画像信号からの透かし情報の検出を行うことができる。

【0014】

本発明のさらに別の視点によると、縮小画像信号の自己相関関数が算出される。前記自己相関関数が第1の期間にわたり累積されることにより、第1の累積信号が生成される。前記第1の累積信号から特定周波数成分信号が抽出され、さらに前記特定周波数成分信号が振幅について正規化される。正規化された特定周波数成分信号が前記第1の期間より長い第2の期間にわたり累積されることによって、第2の累積信号が生成される。前記第2の累積信号から前記透かし情報が検出される。この場合には、縮小画像信号に対する位相制御量や画像回転量を変化させながら自己相関演算を行うことによって、スケーリング攻撃や回転攻撃を受けた入力画像信号からの透かし情報の検出が行われる。さらに、自己相関信号を累積して特定周波数成分信号を抽出することにより、特定周波数成分信号抽出のためのフィルタ演算回数を削減して、透かし情報の検出性能を落とさずに検出コストを低減できる。

【0015】

入力画像信号は、例えばHD (High Definition) 画像信号であり、縮小画像信号は、HD 画像信号から変換されるSD (Standard Definition) 画像信号である。SD 画像信号に対して透かし情報の検出を行うことにより、演算量や回路規模を増加を抑えつつ正しい検出ができる。このとき抽出される特定周波数成分信号の正規化周波数をHD 画像信号からSD 画像信号へのスケーリング率に合わせて変化させることで、透かし情報の検出性能が維持できる。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、画像の切り出し、スケーリング及び回転等の攻撃に対して、入力画像信号が高解像度信号の場合でも、演算量や回路規模の増大を伴うことなく、透かし情報を正確に検出できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

(第1の実施形態)

図1に示される最も基本的な本発明の第1の実施形態によると、透かし情報が埋め込まれた入力画像信号10は画像縮小器11に入力される。画像縮小器11は、入力画像信号10に対して画像サイズについての縮小処理を施す。画像サイズは、一般に画像の(水平方向の画素数)×(垂直方向の画素数)で定義される。従って、画像縮小器11は画像の縮小処理のために解像度を低下させる処理を施し、解像度が低下された縮小画像信号を生成する。

【0018】

画像縮小器11によって生成された縮小画像信号は、透かし情報検出器12に入力される。透かし情報検出器12は、縮小画像信号から透かし情報を検出する。透かし情報の検出手法については、後に詳しく説明する。透かし情報検出器12から、検出された透かし情報13が出力される。

【0019】

このように本実施形態によると、高解像度の画像に対しても縮小処理に対するコストのみの増加で従来と同様に透かし情報の検出が可能となる。

【0020】

次に、図1中の透かし情報検出器12をより具体化した本発明の他の実施形態について説明する。以下に説明する他の実施形態に従う電子透かし検出装置には、これと対応する図示しない電子透かし埋め込み装置によって生成された、透かし情報が埋め込まれた画像信号が記録媒体あるいは伝送媒体を介して入力される。

【0021】

ここで、上記電子透かし埋め込み装置について簡単に説明しておく。電子透かし埋め込

み装置においては、原画像信号から特定周波数成分抽出器によって特定の周波数成分、例えば比較的高い周波数成分の信号が抽出される。特定周波数成分信号は、位相制御器によって入力画像信号に埋め込みべきデジタル情報である透かし情報によって、予め定められた固有の位相制御量に従った位相制御を受ける。位相が制御された特定周波数成分信号は、デジタル加算器からなる透かし情報重畳器に提供され、原画像信号に重畳される。これによって、透かし情報が埋め込まれた画像信号が生成される。

【0022】

こうして透かし情報が埋め込まれた画像信号は、例えばDVDシステムのようなデジタル画像記録再生装置によって記録媒体に記録されたり、あるいはインターネット、放送衛星、通信衛星等の伝送媒体を介して伝送される。

【0023】

(第2の実施形態)

図2に示される第2の実施形態によると、画像縮小器11からの縮小画像信号は透かし情報検出器12内の特定周波数成分抽出器21の入力と相関器23の第1入力に与えられる。透かし情報検出器12は、特定周波数成分抽出器21、位相制御器22、相関器23及び透かし情報推定器24を有する。特定周波数成分抽出器21は、前記電子透かし埋め込み装置内の特定周波数成分抽出器と同様の周波数領域のデジタルフィルタ、例えば特定のカットオフ周波数を有するHPF(ハイパスフィルタ)、あるいは特定の通過域中心周波数を有するBPF(バンドパスフィルタ)が用いられる。特定周波数成分抽出器21によって、縮小画像信号から特定の周波数成分、例えば比較的高い周波数成分の信号が抽出される。

【0024】

特定周波数成分信号は位相制御器22によって、予め定められた範囲の位相制御量の位相制御、すなわち位相シフトを受ける。位相制御器22は、例えばデジタル位相シフタによって実現される。例えば、図3に示される、位相制御器22による位相シフトの例では、特定周波数成分信号の位相は、原波形を保ちつつ単純にシフトされる。位相シフト量は、連続的あるいは段階的に制御される。

【0025】

位相制御器22によって位相制御を受けた特定周波数成分信号は、相関器23の第2入力に与えられる。相関器23では、位相制御器22によって位相制御を受けた特定周波数成分信号と縮小画像信号との間の相互相関値が計算される。相関器23から出力される相互相関値は、透かし情報推定器24に入力される。

【0026】

透かし情報推定器24は、例えば図4に示されるように相互相関値のピークを探索することによって透かし情報を推定する。位相制御器22による位相シフト量に対する相互相関値の変化を見ると、ある位相シフト量の位置にピークが現れる。該ピークの極性は、透かし情報を表す。入力画像信号10がスケーリング攻撃を受けていると、入力画像信号10に含まれる特定周波数成分信号が持つ位相シフト量は、電子透かし埋め込み装置において位相制御器22により特定周波数成分信号に与えられた位相シフト量と異なった値になる。

【0027】

そこで、本実施形態においては位相制御器22での位相シフト量が連続的あるいは段階的に制御され、この制御に伴って、透かし情報推定器24によって相関器23から出力される相互相関値のピークが探索される。探索されたピークの極性から透かし情報が推定される。相互相関値のピークは、透かし情報の値に応じて正・負のいずれかの極性を示し、例えば図4の例ではピークの極性が正の場合は透かし情報は“1”、負の場合は透かし情報は“0”と判定される。このようにして、透かし情報推定器24から、検出された透かし情報13が出力される。

【0028】

このように本実施形態によると、透かし情報検出器12において入力画像信号を縮小処

理して得られる縮小画像信号から特定周波数成分信号が抽出され、特定周波数成分信号に対して位相制御が行われる。位相が制御された特定周波数成分信号と縮小画像信号との間の相互相関値が算出され、相互相関値から透かし情報が検出される。位相制御量を変化させつつ相互相関値のピークを探索することにより、スケーリング攻撃を受けた入力画像信号から容易に透かし情報が検出される。

【0029】

図2中に示される透かし情報検出器12は、スケーリングを受けた画像信号から透かし情報を検出することが可能である。従って、特定周波数成分信号を抽出する前に、入力画像信号10に画像サイズについての縮小処理を施すことができるので、高解像度の入力画像信号に対しても縮小処理に対するコストのみの増加で透かし情報が検出される。

【0030】

(第3の実施形態)

図5に示される第3の実施形態によると、画像縮小器11からの縮小画像信号は位相制御器31の入力と相関器32の第1入力に与えられる。位相制御器31により位相制御を受けた縮小画像信号は、相関器32の第2入力に与えられ、相関器32で第1入力に耐えられている縮小画像信号との相関演算が行われることにより自己相関関数が生成される。自己相関関数は、特定周波数成分抽出器33に入力される。

【0031】

特定周波数成分抽出器33は、図2中に示した特定周波数成分抽出器21と同様にHPFまたはBPFからなり、自己相関関数をフィルタリングすることによって特定周波数成分信号を抽出する。抽出された特定周波数成分信号について透かし情報推定器34によりピークが探索され、さらにピークの極性が判定される。

【0032】

特定周波数成分信号のピークは、入力画像信号10に埋め込まれている透かし情報に応じて正・負のいずれかの値をとる。透かし情報推定器34では、例えば特定周波数成分信号のピークが正の場合は透かし情報“1”、負の場合は透かし情報“0”と判定される。このようにして、透かし情報推定器34から、検出された透かし情報13が出力される。位相制御器31の位相制御、相関器32の相関演算及び特定周波数成分抽出器33のフィルタリングが線形演算の場合、本実施形態の電子透かし検出装置は図2に示した電子透かし検出装置と等価である。

【0033】

本実施形態によれば、透かし情報検出器12において縮小画像信号の自己相関関数が算出され、自己相関関数がフィルタリングされることにより特定周波数成分信号が生成される。縮小画像信号に対する位相制御量を変化させつつ自己相関係数を算出し、そして特定周波数成分信号のピークを探索し、ピークの極性を判定することにより、スケーリング攻撃を受けた入力画像信号から容易に透かし情報が検出される。

【0034】

図5中に示される透かし情報検出器12も、スケーリングを受けた画像信号から透かし情報を検出することが可能である。従って、特定周波数成分信号を抽出する前に、入力画像信号10に画像サイズについての縮小処理を施すことができるので、高解像度の入力画像信号に対しても縮小処理に対するコストのみの増加で透かし情報が検出される。

【0035】

(第4の実施形態)

次に、図6を用いて本発明の第4の実施形態に係る電子透かし検出装置について説明する。図6において、画像縮小器11からの縮小画像信号は位相制御器31の入力と相関器32の第1入力に与えられる。位相制御器31により位相制御を受けた縮小画像信号は、相関器32の第2入力に与えられ、ここで位相制御を受ける前の縮小画像信号との間の相関演算が行われることにより、自己相関関数が算出される。ここまでの処理は、第3の実施形態と同様である。

【0036】

第4の実施形態によると、相関器32からの自己相関関数は第1累積器41に入力される。累積器41は、自己相関関数を例えば数ライン期間、1フィールド期間、数フィールド期間、1フレーム期間、数フレーム期間というような、入力画像信号に対応する画像の特性が大きく変化しない短い第1の期間にわたり累積することによって、第1の累積信号を生成する。累積器41は、第1の累積信号を生成する毎にリセットされ、自己相関関数の累積を再開する。

【0037】

第1の累積信号は、特定周波数成分抽出器42に入力され、ここでフィルタリングされることにより特定周波数成分信号が抽出される。特定周波数成分信号は、正規化器43に入力される。正規化器43では、入力画像信号10に対応する画像の特性が透かし情報の出に影響を与えないようにするため、特定周波数成分信号が振幅について正規化される。正規化された特定周波数成分信号は、第2累積器44に入力される。

【0038】

累積器44は、正規化された特定周波数成分信号を第2の期間にわたり累積することによって、第2の累積信号を生成する。第2の期間は、第1の累積器41の累積期間である第1の期間より長い時間、例えば15秒、30秒、1分のように選ばれる。累積器44は、第2の累積信号を生成する毎にリセットされ、正規化された特定周波数成分信号の累積を再開する。第2の累積信号信号は透かし情報推定器45に入力され、ここでピークが探索され、ピークの極性が判定されることによって、検出された透かし情報13が出力される。

【0039】

本実施形態によれば、透かし情報検出器12において縮小画像信号の自己相関関数が算出され、この自己相関信号が累積された後に特定周波数成分信号が抽出される。特定周波数成分信号が振幅について正規化されてから再び累積され、累積された正規化特定周波数成分信号から透かし情報が検出される。縮小画像信号に対する位相制御量を変化させつつ自己相関係数を算出し、そして特定周波数成分信号のピークを探索し、さらにピークの極性を判定することにより、スケーリング攻撃を受けた入力画像信号から容易に透かし情報が検出される。自己相関係数を累積して特定周波数成分抽出器42でフィルタリングを行うため、入力画像信号とフィルタリングされた画像信号との間の相互相関値を累積する場合と比べて、フィルタ演算回数が削減される。従って、透かし情報の検出性能を落とさず検出コストを低減することができる。

【0040】

図6中に示される透かし情報検出器12も、スケーリングを受けた画像信号から透かし情報を検出することが可能である。従って、特定周波数成分信号を抽出する前に、入力画像信号10に画像サイズについての縮小処理を施すことができるので、高解像度の入力画像信号に対しても縮小処理に対するコストのみの増加で透かし情報が検出される。

【0041】

(第5の実施形態)

図7に、本発明の第5の実施形態に従う電子透かし検出装置の要部の構成を示す。図7の電子透かし検出装置では、図6に示した電子透かし検出装置に演算量制御器46が追加されている。本実施形態は、電子透かし検出装置の処理の一部または全部を、汎用CPU (Central Processing Unit) や専用CPUあるいはDSP (Digital Signal Processor) のようなプロセッサを用いてソフトウェア処理によって実現する場合を想定している。演算量制御器46は、プロセッサのスループットを表す情報47を例えばOS (オペレーティングシステム) から取得する。ここでスループットとは、プロセッサがもともと持っている性能、あるいはプロセッサの時々刻々と変化する性能であり、これらの両者を含んでいてもよい。

【0042】

プロセッサのスループットが不足していれば、演算量制御器46によって相関器32の単位時間当たりの演算量が減少するように相関器32が制御される。具体的には、言い換

えればスループットが予め定められた閾値より小さくなると、相関器 32 は演算量制御器 46 によって入力画像信号 10 の画素単位、ライン単位、フィールド単位、あるいはフレーム単位で周期的に動作が停止される。

【0043】

相関器 32 の演算量を減らすと、第 2 累積器 44 での特定周波数成分信号の累積量が減少するので、電子透かしの検出性能が低下する。そこで、累積量を確保するために、演算量制御器 32 によって第 2 累積器 44 の累積期間（第 2 の期間）が制御される。例えば、1 ライン毎に相関器 32 を停止させて相関演算を 1 ライン置きに行うようにすると、単位時間当たりの演算量は半分になるが、相関値の累積量も半分になってしまう。そこで、演算量制御器 46 は累積器 44 の累積期間を 2 倍にすることにより、相関器 32 の演算量制御を行わない場合と同じ累積量を確保する。

【0044】

このようにすることで、もともと性能の低いプロセッサを用いた場合や、プロセッサのスループットが電子透かし検出処理以外の処理等のために前記閾値より小さくなった場合でも、プロセッサに大きな負荷をかけることなく透かし情報の検出が可能になる。逆に、プロセッサのスループットに余裕があれば、相関演算停止させる頻度を減らして累積量を増やすことで、透かし情報の検出性能を向上させることができる。

【0045】

このように本実施形態によると、プロセッサの処理能力が低いときには相関器 32 の単位時間当たりの演算量を減らすと共に、第 2 累積器 44 の単位時間当たりの累積量を減らして累積期間を延ばすことで、透かし情報の検出性能を維持したまま単位時間当たりの演算量を削減することができる。プロセッサの処理能力に余裕があるときは、相関器 32 の演算量及び第 2 累積器 44 の単位時間当たりの累積量を増やすことで、透かし情報の検出性能が向上する。

【0046】

第 5 の実施形態では、図 6 に示す電子透かし装置に演算量制御器 46 が組み合わされているが、図 2 あるいは図 6 に示した電子透かし装置に同様の演算量制御器が組み合わされてもよい。

【0047】

（第 6 の実施形態）

図 8 には、本発明の第 6 の実施形態に従う電子透かし検出装置の要部の構成を示す。図 8 の電子透かし検出装置では、回転変換された画像信号の電子透かしを検出するために、図 6 の電子透かし検出装置における相関器 32 の前段に縮小画像信号に対して画像回転操作を施す画像回転器 48 が挿入されている。画像回転器 48 は、図 8 では画像縮小器 11 の直後に配置されている場合を想定しているが、画像縮小器 11 の直前に配置されていてもよい。画像回転器 48 は、縮小画像信号に対応する画像を回転角度情報 49 に従って回転させた画像に対応する画像信号を出力する。これにより、入力画像信号 10 が回転攻撃を受けている場合にも、透かし情報を検出することができる。

【0048】

画像回転器 48 は、例えば図 9 に示されるようにラインバッファ 51 と読み出しユニット 52 を有する。ラインバッファ 51 には、縮小画像信号が複数ライン分読み込まれて一時的に蓄えられる。ラインバッファ 51 に蓄えられた複数ライン分の画像信号は、回転角度情報 49 に従って読み出しユニット 52 によって読み出しラインが徐々に変更されつつ読み出される。読み出しユニット 52 では、回転角度情報 49 に応じたラインシフト量が設定される。

【0049】

図 10 に、入力画像信号 10 に対応する画像の画素 1104 の配列が示される。通常の電子透かし検出装置の相関器では、符号 1101 で示されるようにライン方向について相関演算が行われる。一方、本実施形態では回転変換を受けた入力画像信号に対しては、画像回転器 27 より符号 1102 で示されるように、例えば所定画素数毎に相関器 32 に入

力されるラインがシフトされる。これにより、相関器 32 では画像の斜め方向に、つまり図 10 の黒丸を付した画素 1103 の画像信号が順次入力されることにより、画像の斜め方向に相関演算が行われる。

【0050】

読み出しユニット 52 における回転角度情報 49 に応じたラインシフト量の変更を所定の画素数 n (例えば、8 画素) の整数倍の位置 (例えば、図 10 の例では黒丸を付した画素 1103 の位置) で行うと、ラインバッファ 51 内の画像信号データに効率良くアクセスできる。従って、入力画像信号 10 に対応する画像が高速に回転に対する場合でも、電子透かし検出が可能となる。

【0051】

画像の回転角度 θ が小さく $\theta \div 0$ のときは、 $\cos \theta \div 1$, $\sin \theta \div \tan \theta \div \theta$ があるので、図 9 に示した画像回転器 48 により相関器 32 に入力する画像信号のラインをシフトすることで、演算量を増加させずに、回転攻撃を受けた入力画像信号からの透かし情報の検出を行うことが可能となる。

【0052】

このように第 6 の実施形態では、相関器 32 に対する画像信号 (入力画像信号または縮小画像信号) の入力ラインを徐々にずらしてゆくことで、画像の回転を近似できる。特に、画像回転器 48 を図 10 のようにラインバッファ 51 と読み出しユニット 52 により実現すると、読み出しユニット 52 における読み出しアドレスの変更によるラインシフト量の変更のみで、回転攻撃を受けた入力画像信号からの透かし情報の検出が可能となる。従って、演算量、ラインバッファ 51 のメモリバンド幅及び回路規模の増大が避けられる。さらに、ラインシフト量を変更する位置をラインバッファ 51 のワード幅に合わせることで、メモリアクセス効率が向上するので、入力画像信号 10 が高速な回転攻撃を受けている場合でも、透かし情報の検出を容易に行うことができる。

【0053】

(透かし情報推定器の具体例 1)

次に、図 6 の電子透かし検出装置における透かし情報推定器 45 の具体例について図 11 を用いて説明する。透かし情報推定器 45 は、この例では閾値設定器 61、透かし検出器 62 及び透かし判定器 63 を有する。

閾値設定器 31 は、図 6 に示した第 2 の累積器 44 の累積期間である第 2 の期間を示す情報を取得し、当該累積期間に応じて透かし判定器 63 における透かし情報の判定のための閾値を変化させる。具体的には、図 12 に示すように累積器間が長くなるほど、閾値は小さくなるように設定される。一方、透かし検出器 62 は第 2 の累積器 44 からの第 2 の累積信号 (自己相関信号の特定周波数成分を正規化して累積した信号) から透かし情報の検出を行い、透かし情報とレベル (第 2 の累積信号のピークの振幅の絶対値) を透かし判定器 63 に提供する。

【0054】

透かし判定器 63 は、閾値設定器 61 によって設定された閾値と透かし検出器 62 から与えられるレベルの比較を行う。透かし判定器 63 は、この比較の結果、レベルが閾値以上であれば、透かし情報検出器 62 で透かし情報が正しく検出されたと判断し、検出された透かし情報を出力する。透かし判定器 63 は、レベルが閾値未満であれば、透かし情報が埋め込まれていないと判断し、「透かし無し」という情報を出力する。判定のための閾値は、基本的には累積期間が長くなるほど閾値が低くなるように設定されるが、逆でもよい。透かし判定器 63 は、予め定められた期間 (例えば 15 秒、30 秒、1 分など) 毎に、その期間に応じた閾値で判定を行ってもよいし、連続的に変化する閾値で判定を行ってもよい。

【0055】

このように本実施形態では、累積期間を長くしたときに、透かし情報の判定のための閾値を下げることで、透かし情報を検出できる確率が高くなる。従って、透かし情報の検出に要する演算量や回路規模を増やすことなく、検出性能が向上する。

【0056】

(透かし情報推定器の具体例2)

次に、図6の電子透かし検出装置における透かし情報推定器45の他の具体例について図13を用いて説明する。この例の透かし情報推定器45は、透かし検出方法の異なる少なくとも二つの透かし検出器71A、71Bと、透かし判定器72を有する。透かし検出器71A、71Bは、それぞれが独立に透かし情報の検出を行う。透かし判定器72は、透かし検出器71A、71Bのそれぞれの検出結果が一致しているかの判定を行う。

【0057】

透かし検出器71Aは、累積器23から自己相関信号の特定周波数成分を正規化して累積した第2の累積信号を受け、第1の検出方法を用いて第2の累積信号から透かし情報を検出し、検出結果を透かし判定器72に提供する。同様に透かし検出器71Bは、第1の検出方法を用いて第2の累積信号から透かし情報を検出し、検出結果を透かし判定器72に提供する。透かし判定器72は、透かし検出器71A、71Bからのそれぞれの透かし情報を比較する。透かし判定器72は、両者が一致していれば電子透かしが検出されたと判断し、透かし情報をそのまま出力し、一致していなければ電子透かしが埋め込まれていないと判断し、「透かし無し」という情報を出力する。

【0058】

例えば、透かし検出器71Aにより第1の検出方法で透かし情報“A”が検出され、透かし検出器71Bにより第2の検出方法でも“A”が検出された場合、二つの検出結果が一致しているので最終的に透かし情報“A”が検出結果として得られる。一方、第1の検出方法で透かし情報“B”が検出され、第2の検出方法では透かし情報“C”が検出された場合、二つの検出結果が異なるので透かし情報の推定ができず、電子透かしが埋め込まれていないと判断する。検出方法が3つ以上の場合にも、本実施形態と同様の考えを適用できる。

【0059】

このように本実施形態では、複数の検出方法での透かし情報の検出結果を比較することで、透かしの情報の正確な検出ができ、誤検出の確率を下げる事が可能となる。

【0060】

(透かし情報推定器の具体例3)

次に、透かし情報推定器45のさらに別の具体例について図14を用いて説明する。この例では透かし情報推定器45の前段に、図6における第2累積器44とは別に、自己相関信号の正規化特定周波数成分の累積を行う第3累積器80が前段に配置されている。透かし情報推定器45は、透かし検出器81、仮透かし検出器82、仮検出判定器83及び透かし判定器84を有する。

【0061】

第2累積器44は、正規化された特定周波数成分信号を第2の期間にわたり累積して、第2の累積信号を透かし検出器81に提供する。透かし検出器81は、透かし情報の検出を行って、検出結果を透かし判定器83に提供する。第3累積器80は、正規化された特定周波数成分信号を第2累積器44の累積期間である第2の期間より短い n (n は1を超える任意の整数)分の1の期間(第3の期間)にわたり累積して、累積信号を透かし仮検出器82に提供する。

【0062】

透かし仮検出器82は透かし情報の仮検出を行い、仮検出結果を仮検出判定器83に出力する。仮検出判定器83は仮検出結果を n 回蓄積した後、 n 個の仮検出結果の比較を行い、 n 個の仮検出結果の過半数が一致しているかどうかを示す判定結果を透かし判定器84に提供する。

【0063】

透かし判定器84は、仮検出判定器83から n 個の仮検出結果の過半数が一致しているという判定結果が得られると、透かし情報が検出されたと判断して透かし検出器81からの透かし情報を出力する。一方、透かし判定器84は仮検出判定器83から n 個の仮検出

結果の半数以下しか一致してしていないという判定結果が得られた場合は、何も透かし情報が埋め込まれていないと判断し、「透かし無し」という情報を出力する。

【0064】

例えば、透かし仮検出器 82 の検出時間が 10 秒で $n=2$ の場合、最初の 5 秒間で透かし情報“A”が仮検出され、次の 5 秒間でも“A”が仮検出されたとする。この場合、仮検出結果は過半数が一致しているので、検出結果は有効となり、仮検出判定器 83 によって透かし情報が埋め込まれていると判定され、透かし検出器 81 により検出された透かし情報が出力される。一方、最初の 5 秒間で“B”が仮検出され、次の 5 秒間では“C”が仮検出された場合には、仮検出結果の過半数が一致していないので、検出結果は無効となり、透かし情報が埋め込まれていないと判定される。

【0065】

このように本実施形態によると、透かし情報の時間的連続性を評価することにより、透かし情報の正確な検出がなされるので、誤検出の確率を下げることができる。

【0066】

(相関器について)

次に、これまでの実施形態で説明した電子透かし検出装置における相関器 23 及び 32 について具体的に説明する。通常、相関演算は各画素同士の乗算結果を足し合わせることで得られる。ある信号 $X(n)$ と信号 $Y(n)$ との間の相互相関値 (相関係数) C は、次式で得られる。

【数 1】

$$C = \sum_{n=0}^{l-1} X(n) \times Y(n) \quad (1)$$

【0067】

ここで、 l は信号長である。自己相関の場合、 $Y(n) = X(n)$ である。

図 15 に、一般的な相関演算を示す。この演算は乗算と加算を画素数回行うため、多くの演算量を必要としてしまう。そこで、本実施形態では画素を間引いて演算量を減らしている。例えば、 n 画素毎に、乗算と加算を行うブロックと行わないブロックに切り替えることで、演算量を半分にする。これによって、相関係数の精度は低下するが、電子透かしの検出には十分であり、効果的に演算量が削減できる。例えば、図 16 のように 1 画素毎に乗算と加算を行うと、相関係数 C は次式となる。

【数 2】

$$C = \sum_{n=0}^{l-1} \begin{cases} X(n) \times Y(n) & \text{if } n = \text{even} \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad (2)$$

【0068】

乗算を行う位置と行わない位置は、逆でも良い。これによって、演算量は従来の半分になる。

【0069】

図 17 のように最初の 8 画素乗算と加算を行い、次の 8 画素は乗算と加算を行わないようにしてもよい。この演算を交互に繰り返すと、相関係数 C は次式となる。

【数 3】

$$C = \sum_{n=0}^{l-1} \begin{cases} X(n) \times Y(n) & \text{if } n/8 = \text{even} \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad (3)$$

【0070】

この場合も、乗算を行う位置と行わない位置は逆でも良い。これによって、演算量は従来の半分になる。

【0071】

さらに、数式(2)と(3)を組み合わせると図18のように最初の8画素は1画素毎に乗算と加算を行うが、次の8画素は乗算と加算を行わないようにしてもよい。この場合、相関係数Cは次式となり、演算量は従来の4分の1になる。

【数4】

$$C = \sum_{n=0}^{l-1} \begin{cases} X(n) \times Y(n) & \text{if } n/8 = \text{even} \ \& \ n = \text{even} \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad (4)$$

【0072】

このように相関演算を間引いて行うことで、相関演算に関する演算量や回路規模が減るので、透かし情報の検出性能を落とさずに検出コストを効果的に削減することができる。

【0073】

(第7の実施形態)

次に、HD(High Definition)画像信号に埋め込まれた透かし情報の検出について具体例を示す。図19に示されるように、例えばHD画像は水平方向の画素数が1920、垂直方向の画素数が1080である。一方、例えばNTSC方式に基づくSD(Standard Definition)画像は水平方向の画素数が720で、垂直方向の画素数は480である。このようにHD画像は画素数がSD画像の6倍であるので、HD画像信号に埋め込まれている透かし情報を直接検出しようとする、処理に要するコストが膨大になってしまう。

【0074】

本発明の実施形態に従う電子透かし検出装置は、スケーリングがなされても透かし情報を検出することが可能である。従って、入力画像信号10がHD画像信号である場合、前述した画像縮小器11にHD画像信号をSD画像信号にダウンコンバートするコンバータを用い、SD画像信号を透かし検出器12に入力することによって透かし情報の検出を行うことができる。これによりコストの増加を抑えつつ、HD画像信号に埋め込まれている透かし情報の検出が可能となる。

【0075】

現在、HD画像信号を扱うビデオ機器として、デジタル放送受信用のHDTVチューナや、HDに対応したVCR(Video Cassette Recorder)及びHDD(Hard Disk Drive)レコーダが存在している。さらに、HDに対応したDVD(Digital Versatile Disc)のような光ディスクシステムの開発も進められている。これらのHDに対応したビデオ機器は、一般にHD画像信号のみでなく、SD画像信号を出力する機能を持っている。すなわち、これらのビデオ機器はHD画像信号からSD画像信号へのダウンコンバート機能を持っている。従って、これらのビデオ機器のダウンコンバート機能を画像縮小器11に代えて用いることにより、ダウンコンバートのための新たなコスト増は避けられる。

【0076】

図20には、第7の実施形態に係るシステムの構成を示す。電子透かし検出装置の外部に設けられたHD対応のビデオ機器101、102、103または104から、HD画像信号105及びSD画像信号106が出力され、図示しないディスプレイ装置に供給される。SD画像信号106は、透かし情報検出器12にも入力される。透かし情報検出器12の詳細な構成は、例えば図2、図5あるいは図6に示した通りである。このようにHD画像信号をSD画像信号にダウンコンバートする機能を持つビデオ機器101、102、103または104を画像縮小器11に代えて用いることにより、ダウンコンバートのための新たなコスト増を避けることができる。

【0077】

(第8の実施形態)

第7の実施形態において例示したように、HD画像信号をSD画像信号へダウンコンバートすると画像の水平方向の画素数が3/8になるため、前述した電子透かし埋め込み装置において用いた特定周波数成分信号の周波数特性が大きく変化する。このため、電子透かし検出装置における特定周波数成分抽出器33または42に、電子透かし埋め込み装置において用いられている特定周波数成分抽出器と同じHPFあるいはBPFを用いると、

電子透かし検出性能が低下する場合がある。そこで、本実施形態では入力画像信号のダウンコンバートによるスケーリング率に応じて、電子透かし検出装置が抽出する周波数成分を変化させることにする。

【0078】

図21及び図22を用いて説明する。HD画像信号中に埋め込まれた透かし情報の正規化周波数特性を図21中の曲線211とすると、HD画像信号をダウンコンバートして得られるSD画像信号中の透かし情報の正規化周波数特性は図22中の曲線221に示される。前述した電子透かし埋め込み装置において特定周波数成分抽出器にBPFが用いられている場合、これと同じBPFを電子透かし検出装置中の特定周波数成分抽出器33または42に用いた場合には、特定周波数成分抽出器33または42により抽出される周波数成分の正規化周波数特性は図22中の曲線222に示され、これは埋め込まれている透かし情報の正規化周波数特性221と一致しない。

【0079】

そこで、入力画像信号10であるSD画像信号中に埋め込まれている透かし情報の正規化周波数特性221に近い図22中の曲線223で示される正規化周波数特性を持つBPFを特定周波数成分抽出器33または42に用いる。これにより、透かし情報の検出をより正確に行うことができる。

【0080】

図23は、本発明の第8実施形態に係る電子透かし検出装置の要部を示している。画像縮小器11は、入力画像信号10を必要に応じて画像サイズに関して縮小すると共に、縮小率の情報35を出力する。例えば、入力画像信号10がHD画像信号である場合には、画像縮小器11はHD画像信号をSD画像信号にダウンコンバートし、縮小率情報35として水平方向縮小率 $=720/1920$ 、垂直方向縮小率 $480/1080$ という情報を出力する。一方、入力画像信号10がSD画像信号である場合には、画像縮小器11は何ら縮小処理を行わず、SD画像信号をそのまま出力し、縮小率情報35としては縮小率が水平方向及び垂直方向共に1、すなわち等倍という情報を出力する。

【0081】

縮小率情報35は、抽出周波数成分選択器36に入力される。抽出周波数成分選択器36は、特定周波数成分抽出器33が抽出すべき特定周波数成分信号の周波数を縮小率情報35に応じて決定し、それに応じた抽出周波数情報37を特定周波数成分抽出器33に与える。特定周波数成分抽出器33は、抽出周波数情報37によって指定される周波数を有する特定周波数成分信号を抽出する。

【0082】

このように本実施形態の電子透かし検出装置では、入力画像信号10としてHD画像信号及びSD画像信号のように画像サイズの異なる種々の画像信号が入力される場合には、それぞれの画像信号に対する縮小比率（等倍を含む）に応じて特定周波数成分抽出器33が抽出すべき特定周波数成分信号の周波数を変化させる。これにより様々な画像サイズの入力画像信号から、透かし情報を高い検出性能で検出することができる。

【0083】

一方、電子透かし検出装置の性能に余裕がある場合、HD画像信号が入力される場合でも縮小処理を行わずにそのまま電子透かし検出装置に入力してもよい。その場合、特定周波数成分抽出器33には電子透かし埋め込み装置で用いられているのと同じHPFあるいはBPFを用いることができる。

【0084】

図23の電子透かし装置では、図5に示した電子透かし検出装置に抽出周波数成分選択器36が組み合わされているが、図2、図6あるいは図7に示した電子透かし検出装置に同様の抽出周波数成分選択器が組み合わされてもよい。また、図23における画像縮小器11に代えて、第7の実施形態で説明したような、HD画像信号をSD画像信号にダウンコンバートする機能を有するビデオ機器のダウンコンバート機能を利用してもよい。その場合、該ビデオ機器から縮小率情報あるいは縮小率に関連する情報を受け取って縮小

率を抽出周波数成分選択器で知るようにしてもよい。

【0085】

本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0086】

本発明の電子透かし検出技術は、記録媒体を介して提供される高解像度のデジタル動画像信号の不正な複製の防止に有用である。

【図面の簡単な説明】

【0087】

【図1】 本発明の第1の実施形態に係る電子透かし検出装置の構成を示すブロック図

【図2】 本発明の第2の実施形態に係る電子透かし検出装置の構成を示すブロック図

【図3】 図2中の位相制御器による特定周波数成分信号の位相シフトについて説明する図

【図4】 第2の実施形態における相互相関値のピーク探索と透かし情報検出の動作例を示す図

【図5】 本発明の第3の実施形態に係る電子透かし検出装置の構成を示すブロック図

【図6】 本発明の第4の実施形態に係る電子透かし検出装置の構成を示すブロック図

【図7】 本発明の第5の実施形態に係る電子透かし検出装置の要部の構成を示すブロック図

【図8】 本発明の第6の実施形態に係る電子透かし検出装置の要部の構成を示すブロック図

【図9】 図8中の画像回転器の構成例を示すブロック図

【図10】 第6の実施形態において回転変換された画像から透かしを情報検出する時に斜め方向に相関演算を行うことを示す図

【図11】 電子透かし検出装置に含まれる透かし推定器の第1の具体例を示すブロック図

【図12】 累積期間によって透かし情報検出の判定閾値が変化することを示す図

【図13】 電子透かし検出装置に含まれる透かし推定器の第2の具体例を示すブロック図

【図14】 電子透かし検出装置に含まれる透かし推定器の第3の具体例を示すブロック図

【図15】 一般的な相関演算の動作を示す図

【図16】 画素を1画素毎に間引いて行う相関演算の動作を示す図

【図17】 画素を8画素毎に間引いて行う相関演算の動作を示す図

【図18】 画素を8画素毎に間引き更に1画素毎に間引いて行う相関演算の動作を示す図

【図19】 HD画像とSD画像を説明する図

【図20】 本発明の第7の実施形態に係るシステムの構成を示すブロック図

【図21】 HD画像信号に埋め込まれた透かし情報の周波数特性を示す図

【図22】 HD画像信号をダウンコンバートして得られるSD画像信号から抽出される特定周波数成分信号の周波数特性を説明する図

【図23】 本発明の第8の実施形態に係る電子透かし検出装置の要部の構成を示すブロック図

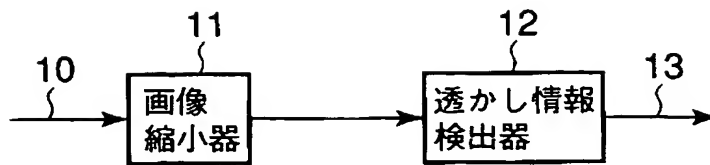
【符号の説明】

【0088】

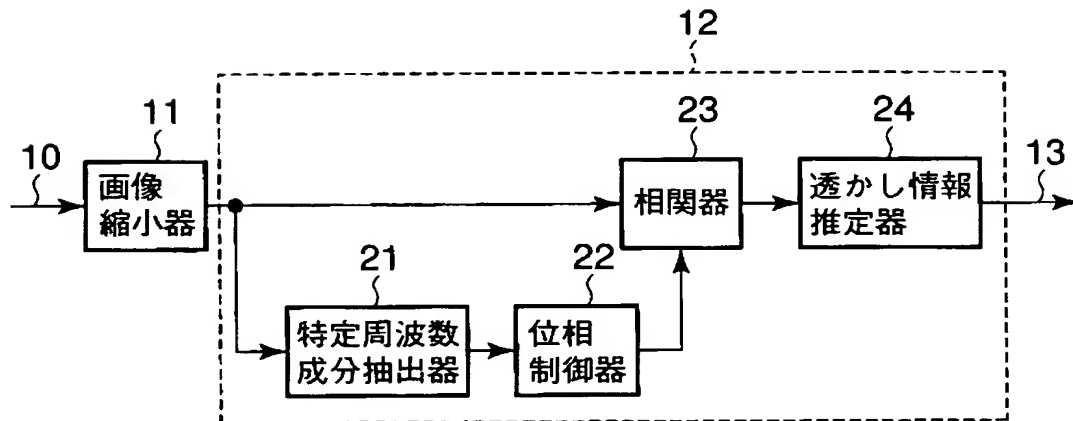
10…入力画像信号、11…画像縮小器、12…透かし情報検出器、13…検出される

透かし情報、21…特定周波数成分抽出器、22…位相制御器、23…相関器、24…透かし情報推定器、31…位相制御器、32…相関器、33…特定周波数成分抽出器、34…透かし情報推定器、35…縮小率情報、36…抽出周波数成分選択器、37…抽出周波数情報、41…第1累積器、42…特定周波数成分抽出器、43…正規化器、44…第2累積器、45…透かし情報推定器、46…演算量制御器、47…CPU性能情報、48…画像回転器、49…回転角度情報、51…ラインバッファ、52…読み出しユニット61…閾値設定器、62…透かし検出器、63…透かし判定器、71A, 71B…透かし検出器、72…透かし判定器、81…透かし検出器、82…透かし仮検出器、83…仮検出判定器、84…透かし判定器、101～104…HD対応ビデオ機器。

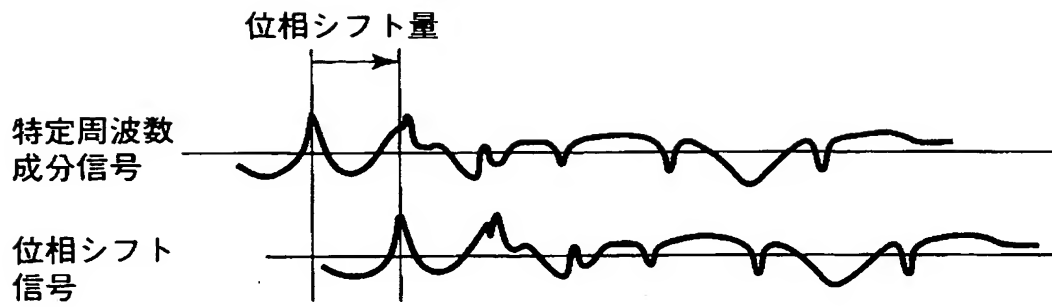
【書類名】 図面
【図 1】



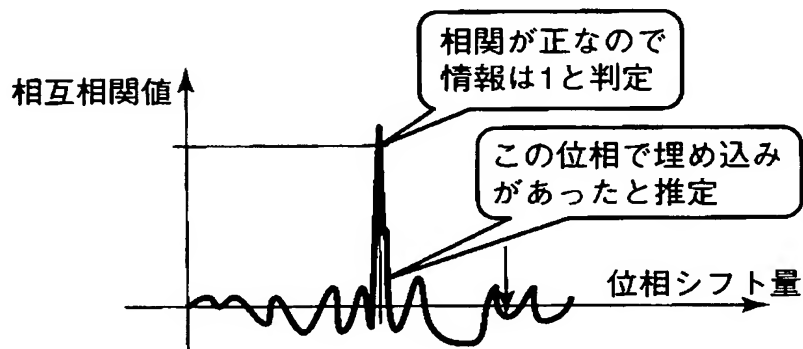
【図 2】



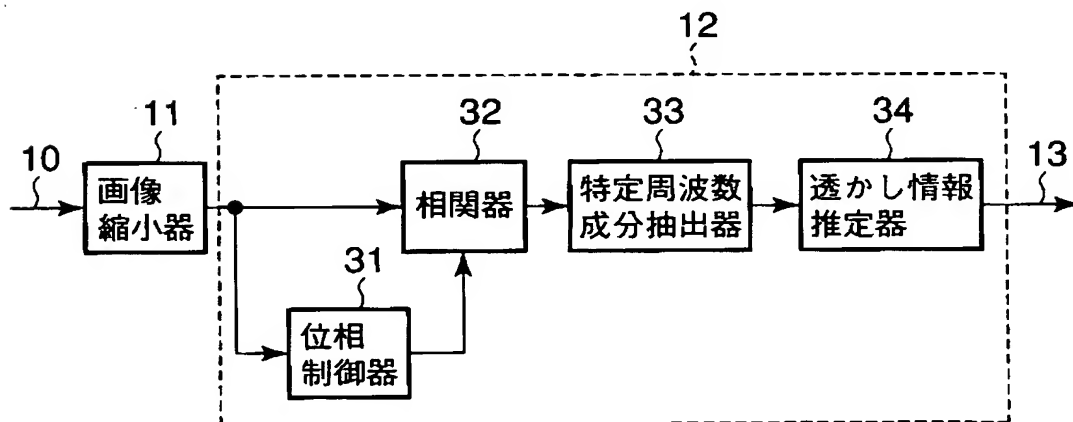
【図 3】



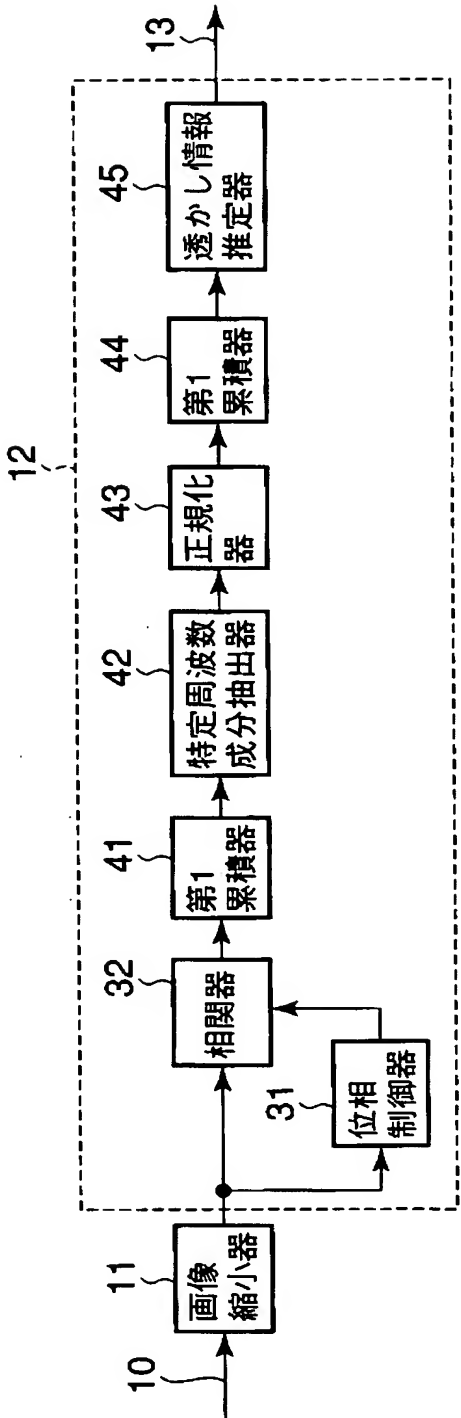
【図 4】



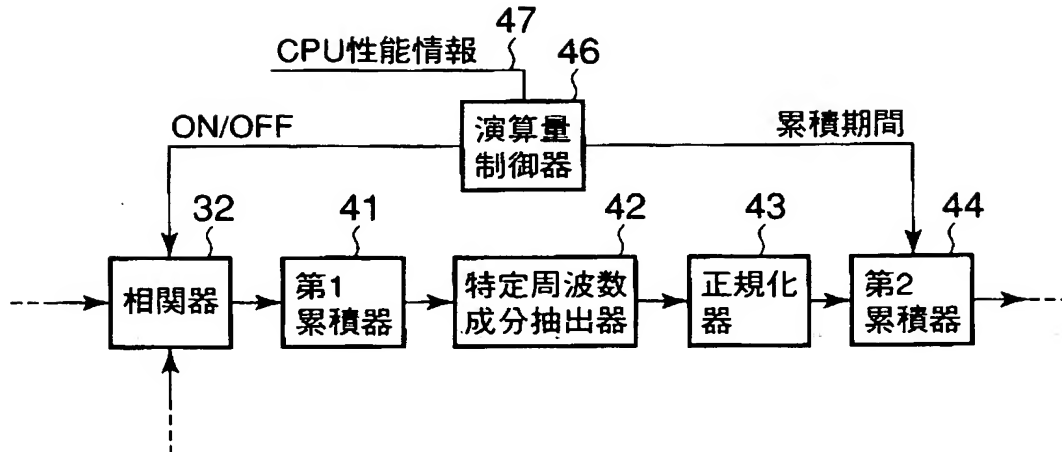
【図 5】



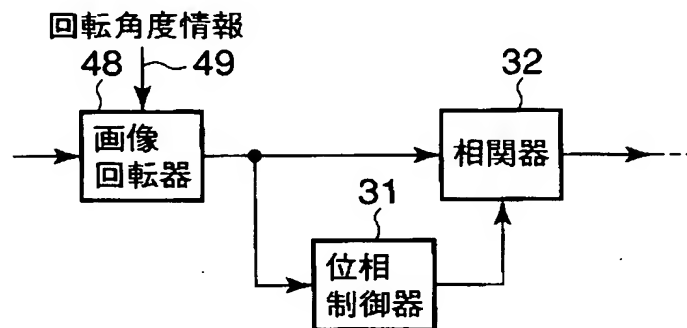
【図 6】



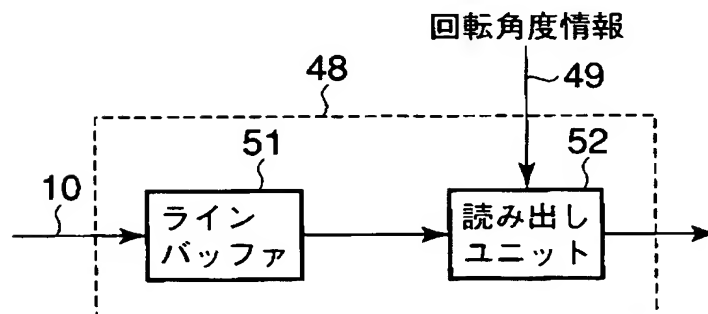
【図 7】



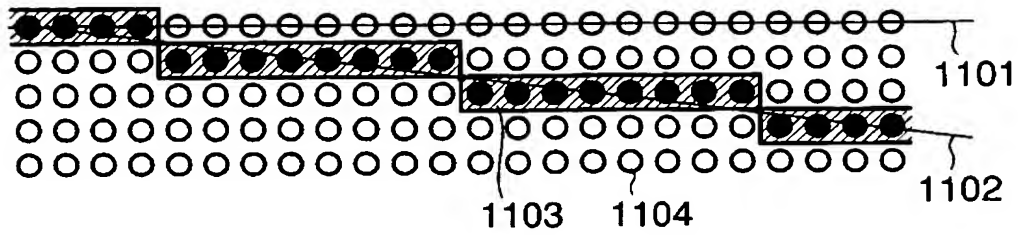
【図 8】



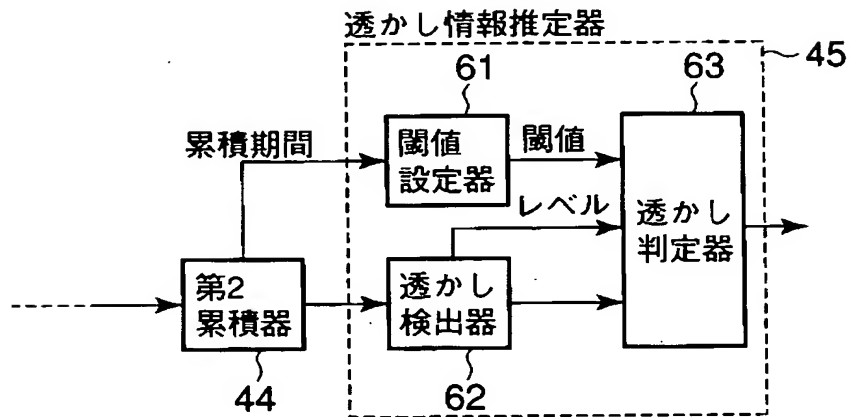
【図 9】



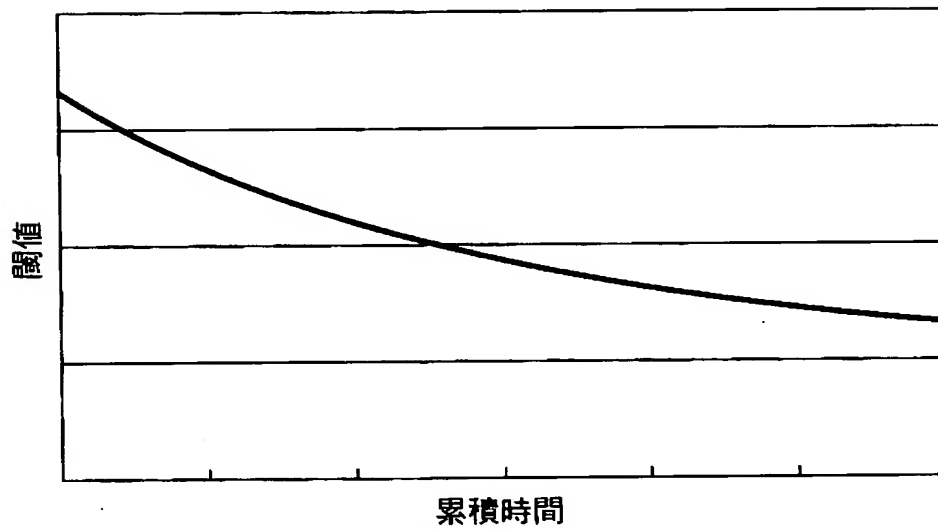
【図 10】



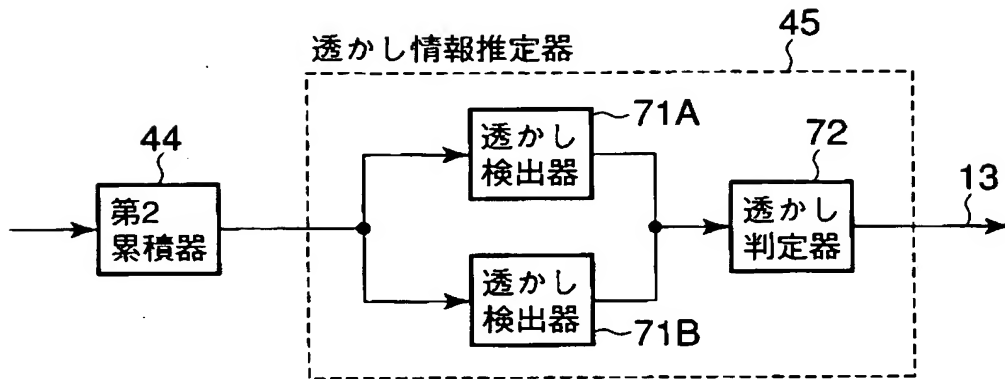
【図 11】



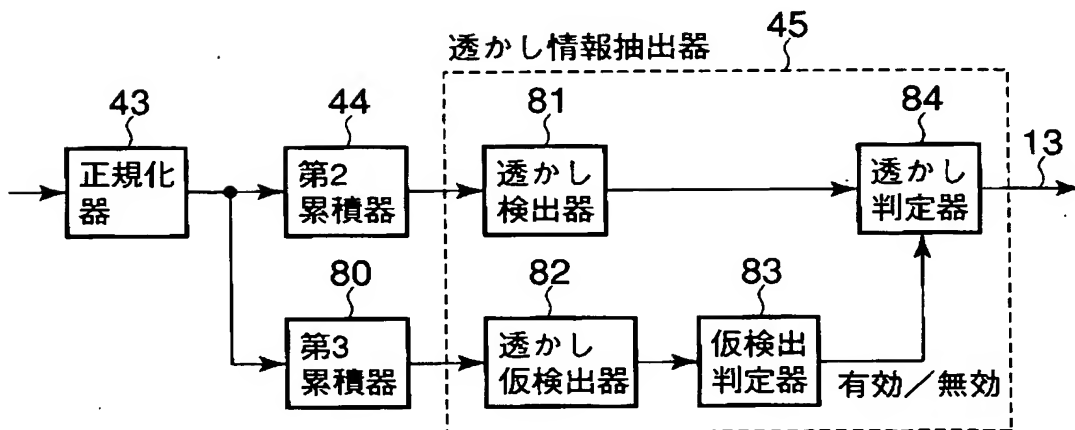
【図 12】



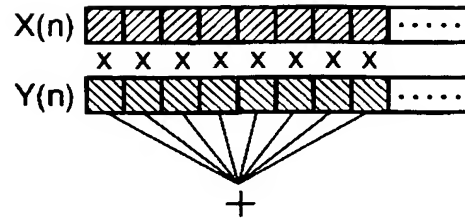
【図 13】



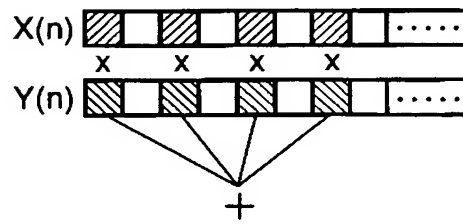
【図 14】



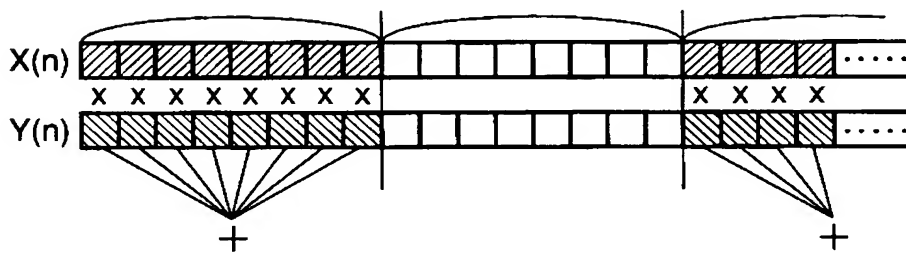
【図 15】



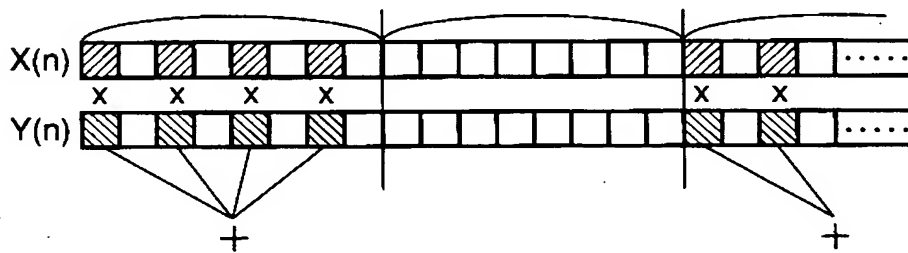
【図 16】



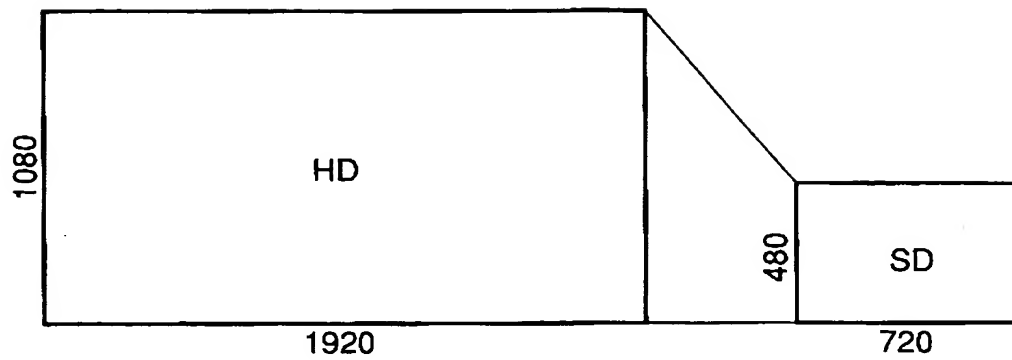
【図 17】



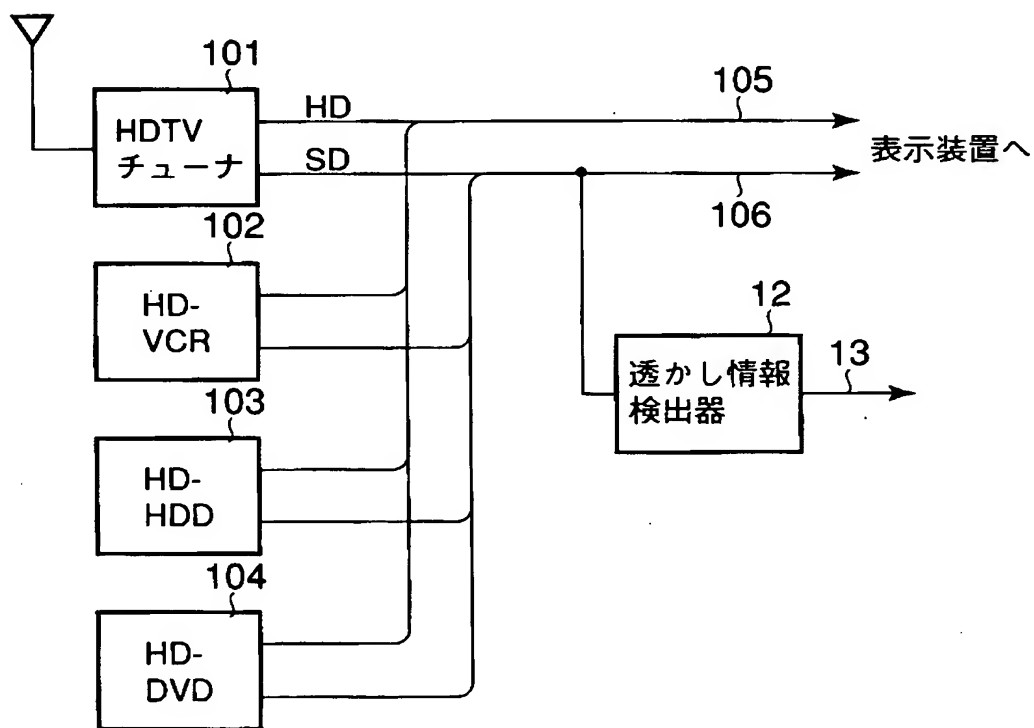
【図 18】



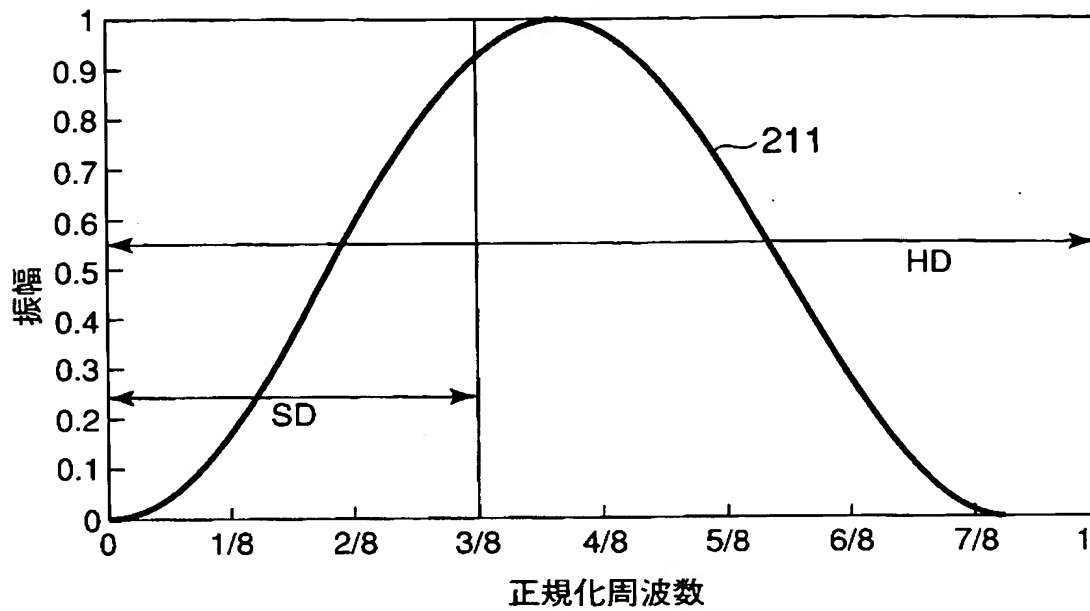
【図 19】



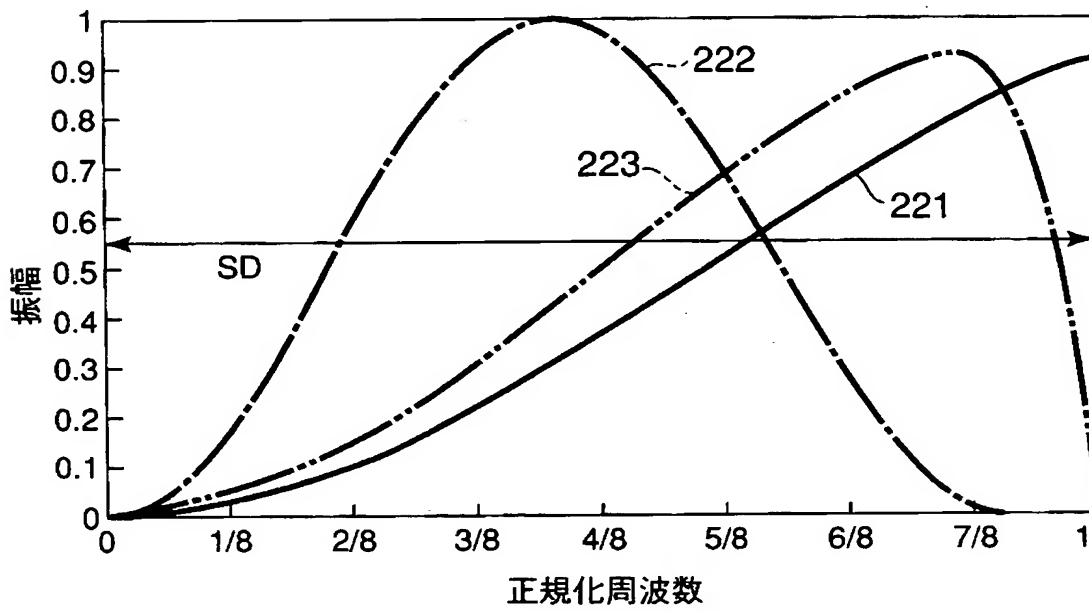
【図 20】



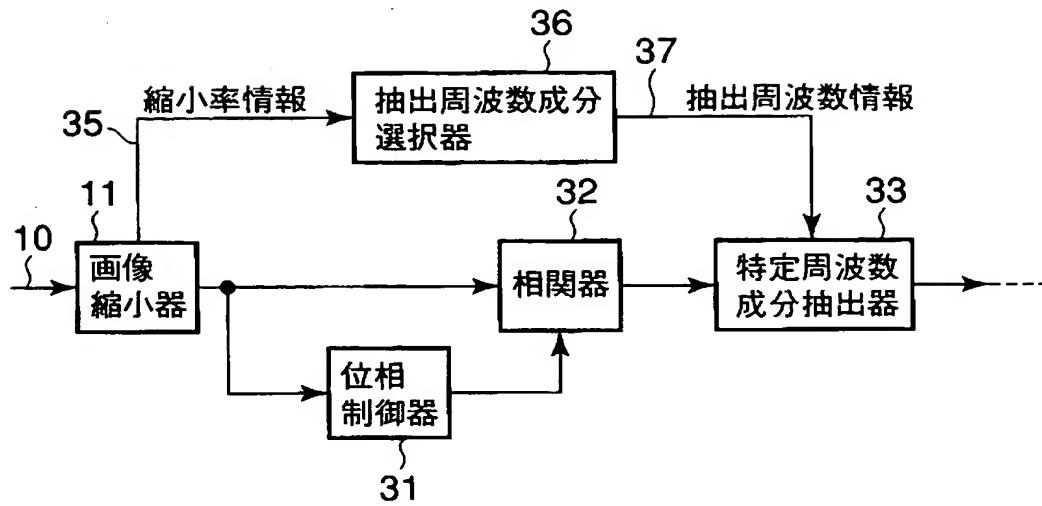
【図 2 1】



【図 2 2】



【図 23】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 スケーリングや回転等の攻撃によって弱まった透かし情報を演算量や回路規模の増大を伴うことなく正確に検出する。

【解決手段】 入力画像信号 1 0 が画像縮小器 1 1 により画像のサイズに関して縮小され、縮小画像信号が生成される。縮小画像信号から H P F または B P F を用いた特定周波数成分抽出器 2 1 によって特定周波数成分信号が抽出され、位相制御器 2 2 により特定周波数成分信号に対して位相制御が行われる。相関器 2 3 により位相制御後の特定周波数成分信号と縮小画像信号との間の相互相関値が算出され、透かし情報推定器 2 4 によって相関相関値から入力画像信号 1 0 に埋め込まれている透かし情報が検出される。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 3 1 4 3 2 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 0 7 8]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 7 月 2 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号

氏 名

株式会社東芝